

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-078105

(43)Date of publication of application : 14.03.2000

(51)Int.Cl.

H04J 11/00

H04J 1/00

H04J 1/06

(21)Application number : 10-366982

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 24.12.1998

(72)Inventor : OKAMURA YUSAKU

(30)Priority

Priority number : 10046535 Priority date : 27.02.1998 Priority country : JP  
10173723 19.06.1998

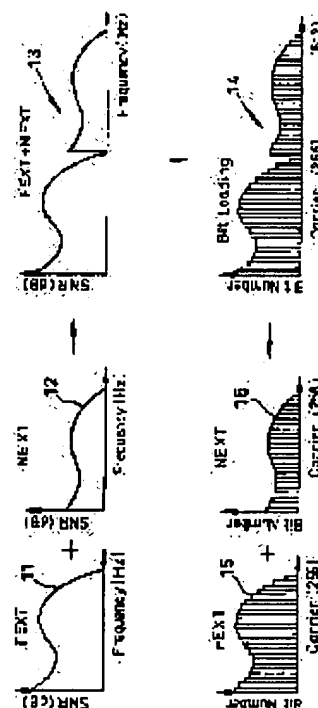
JP

## (54) SYSTEM AND METHOD FOR MULTICARRIER TRANSMISSION

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the distribution of bits having the maximum performance margin with respect to the quantity of noises to be periodically changed by regarding plural signal-to-noise ratio(SNR) value evaluated at different time as one SNR value evaluated by different frequencies at the same time.

**SOLUTION:** Even when the noise quantity of a transmission line is periodically changed, the plural existent SNR values caused by the noise of the periodical change are regarded as the SNR value of one line increasing a frequency band without any change with the lapse of time. Based on the SNR value of the line evaluated by an SNR evaluating part, a performance margin calculating part respectively calculates four kinds of bit distributions to set the performance margin to a maximum value in the case of providing four transmitted speeds. Then, the SNR value at the time of NEXT and FEXT shown in figures 11 and 12 is used as the SNR value evaluated up to the double frequency without being periodically changed as shown in a figure 13.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3082756

[Date of registration] 30.06.2000

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-78105

(P2000-78105A)

(43)公開日 平成12年3月14日(2000.3.14)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 4 J 11/00		H 0 4 J 11/00	Z
1/00		1/00	
1/06		1/06	

審査請求 有 請求項の数28 O L (全 23 頁)

(21)出願番号 特願平10-366982

(22)出願日 平成10年12月24日(1998. 12. 24)

(31)優先権主張番号 特願平10-46535

(32)優先日 平成10年2月27日(1998. 2. 27)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(31)優先権主張番号 特願平10-173723

(32)優先日 平成10年6月19日(1998. 6. 19)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 岡村 勇作

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100088812

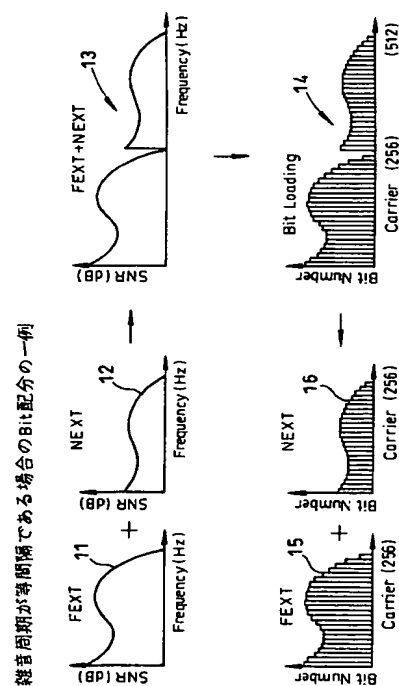
弁理士 ▲柳▼川 信

(54)【発明の名称】 マルチキャリア伝送システム及びその方法

## (57)【要約】

【課題】 雑音量が周期的に変化する場合に、与えられた伝送速度においてパフォーマンスマージンが最大になるDMT方式のビット配分を行う。

【解決手段】 漏話雑音によって周期的に変化する伝送回線のSNR値の組11と12とを、単一の伝送回線における時間的に変化しないSNR値の組13とみなして、マルチキャリアの各キャリアのビット配分を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送システムであって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価手段と、前記複数種の信号対雑音比の組を同一時間の異なる周波数で評価された 1 つの信号対雑音比の組とし、この 1 つの信号対雑音比の組に応じて前記各キャリアのビット配分をなすビット配分手段とを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送システム。

【請求項 2】 前記雑音環境が 2 種であって等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価手段は、前記 2 種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出するよう構成されており、前記ビット配分手段は、これ等 2 種の信号対雑音比の組を前記 1 つの信号対雑音比の組として前記ビット配分をなすよう構成されていることを特徴とする請求項 1 記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項 3】 前記雑音環境が 2 種であって不等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価手段は、前記 2 種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出するよう構成されており、前記ビット配分手段は、これ等 2 種の信号対雑音比の組を前記 1 つの信号対雑音比の組として前記ビット配分をなすよう構成されていることを特徴とする請求項 1 記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項 4】 前記ビット配分手段は、前記 1 つの信号対雑音比の組の各値及び前記各キャリアの電力制限値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする請求項 1～3 いずれか記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項 5】 周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送システムであって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価手段と、前記複数種の信号対雑音比の組の各値に応じて、与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にするような前記各キャリアのビット配分をなすビット配分手段とを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送システム。

【請求項 6】 前記雑音環境が 2 種であって等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価手段は、前記 2 種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出するよう構成されており、前記ビット配分手段は、これ等 2 種の信号対雑音比の組の各値に応じて前記

ビット配分をなすよう構成されていることを特徴とする請求項 5 記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項 7】 前記雑音環境が 2 種であって不等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価手段は、前記 2 種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出するよう構成されており、前記ビット配分手段は、これ等 2 種の信号対雑音比の組の各値に応じて前記ビット配分をなすよう構成されていることを特徴とする請求項 5 記載のマルチキャリア伝送システム。

10 【請求項 8】 前記ビット配分手段は、前記 2 種の信号対雑音比の組の各値及び総送信電力制限値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする請求項 5～7 いずれか記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項 9】 前記第一の通信局から前記第二の通信局へのデータ伝送の場合、前記第一の通信局は予め定められた複数の伝送速度を前記第二の通信局へ送信する手段を有し、前記第二の通信局は前記信号対雑音比評価手段及び前記ビット配分手段を有し、前記ビット配分手段は、前記第一の通信局から送信されてきた前記複数の伝送速度と前記信号対雑音比の組とを基に、データ伝送におけるマージンを算出する手段と、この算出されたマージンを基に前記複数の伝送速度から最適伝送速度を選択する手段と、この選択された伝送速度に従って前記各キャリアのビット配分を算出する手段とを有することを特徴とする請求項 1～8 いずれか記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項 10】 前記第二の通信局は前記ビット配分を前記第一の通信局へ送出する手段を更に含み、前記第一の通信局は前記ビット配分に従って前記第二の通信局へのデータ伝送をなすことを特徴とする請求項 9 記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項 11】 前記 2 種の雑音の雑音源は、第一及び第二の通信局との間の通信回線と同一ケーブル上に存在することを特徴とする請求項 1～10 記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項 12】 前記 2 種の雑音の環境は、第一の雑音環境及びこの第一の雑音環境よりも雑音状態が悪い第二の雑音環境であることを特徴とする請求項 1～11 記載のマルチキャリア伝送システム。

40 【請求項 13】 前記 2 種の雑音は、遠端漏話及び近端漏話に起因するものであることを特徴とする請求項 1～12 記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項 14】 前記第一及び第二の通信局間はデジタル加入者回線によるデータ伝送であることを特徴とする請求項 1～13 いずれか記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項 15】 周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送方法であって、前記複数種の各雑音環境下に夫

々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価ステップと、前記複数種の信号対雑音比の組を同一時間の異なる周波数で評価された 1 つの信号対雑音比の組とし、この 1 つの信号対雑音比の組に応じて前記各キャリアのビット配分をなすビット配分ステップとを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送方法。

【請求項 16】 前記雑音環境が 2 種であって等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価ステップは、前記 2 種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出し、前記ビット配分ステップは、これ等 2 種の信号対雑音比の組を前記 1 つの信号対雑音比の組として前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする請求項 15 記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項 17】 前記雑音環境が 2 種であって不等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価ステップは、前記 2 種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出し、前記ビット配分ステップは、これ等 2 種の信号対雑音比の組を前記 1 つの信号対雑音比の組として前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする請求項 15 記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項 18】 前記ビット配分ステップは、前記 1 つの信号対雑音比の組の各値及び前記各キャリアの電力制限値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする請求項 15～17 いずれか記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項 19】 周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送方法であって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価ステップと、前記複数種の信号対雑音比の組の各値に応じて、与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にするような前記各キャリアのビット配分をなすビット配分ステップとを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送方法。

【請求項 20】 前記雑音環境が 2 種であって等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価ステップは、前記 2 種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出し、前記ビット配分ステップは、これ等 2 種の信号対雑音比の組の各値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする請求項 19 記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項 21】 前記雑音環境が 2 種であって不等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価ステップは、前記 2 種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出し、前記ビット配分ステップは、これ等 2 種の信号対雑音比の組の各値に応じて前記ビット

配分をなすようにしたことを特徴とする請求項 19 記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項 22】 前記ビット配分ステップは、前記 2 種の信号対雑音比の組の各値及び総送信電力制限値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする請求項 19～21 いずれか記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項 23】 前記第一の通信局から予め定められた複数の伝送速度を前記第二の通信局へ送信するステップを更に含み、

前記第二の通信局において実行される前記ビット配分ステップは、前記第一の通信局から送信されてきた前記複数の伝送速度と前記信号対雑音比の組とを基に、データ伝送におけるマージンを算出するステップと、この算出されたマージンを基に前記複数の伝送速度から最適伝送速度を選択するステップと、この選択された伝送速度に従って前記各キャリアのビット配分を算出するステップとを有することを特徴とする請求項 19～22 いずれか記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項 24】 前記ビット配分を前記第二の通信局から前記第一の通信局へ送出するステップと、前記第一の通信局において前記ビット配分に従って前記第二の通信局へのデータ伝送をなすステップとを更に含むことを特徴とする請求項 23 記載のマルチキャリア伝送方法。

【請求項 25】 前記 2 種の雑音の雑音源は、第一及び第二の通信局との間の通信回線と同一ケーブル上に存在することを特徴とする請求項 19～24 記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項 26】 前記 2 種の雑音の環境は、第一の雑音環境及びこの第一の雑音環境よりも雑音状態が悪い第二の雑音環境であることを特徴とする請求項 19～25 記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項 27】 前記 2 種の雑音は、遠端漏話及び近端漏話に起因するものであることを特徴とする請求項 19～26 記載のマルチキャリア伝送システム。

【請求項 28】 前記第一及び第二の通信局間はディジタル加入者回線によるデータ伝送であることを特徴とする請求項 19～27 いずれか記載のマルチキャリア伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はマルチキャリア伝送システム及びその方法に関し、特に DMT (Discrete Multi-Tone) 変調方式として知られているマルチキャリア伝送システム及びその方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のこの種の DMT 方式のマルチキャリア伝送システムの例としては、米国特許公報第 5, 479, 447 号に開示の技術がある。

【0003】かかる DMT 方式に使用される ADSL

(Asymmetric Digital Subscriber Line) 装置としては、複数のキャリアにQAM (Quadrature Amplitude Modulation) による変調を行い、この変調したキャリアをIFFT (Inverse Fast Fourier Transform) を用いて多重化して送信するようになっている。受信側では、多重化された信号から各キャリアをFFTを用いて抽出し、QAM変調された信号に復調を行うものである。

【0004】この場合、複数のキャリアの各々へのビット配分のために各キャリアのSNR (Signal to Noise Ratio : 信号対雑音比) を測定し、この測定されたSNRに従ってビット配分を求める様になっている。例えば、図13の15に示すように、横軸の周波数は伝送に使用される各キャリアであり、各キャリアの周波数幅は4.3125 KHzであってその総数は256であるが、これ等各数値は限定されるものではない。データ伝送時には、これ等キャリアを夫々変調するが、このときSNR値を評価してこの評価SNRに従ってビット配分を求めている。この場合のSNRの評価では、各キャリアの周波数帯域において各々のSNR値を求めている。

【0005】各キャリアはこうして定められた各ビット配分に従ってビット数の伝送を行うものである。このビット数は、評価されたSNR値に基き、与えられた伝送速度を満足しかつパフォーマンスマージン (性能余裕) が最大になるようにビット配分が算出される。

【0006】従来のDMT方式ADSL技術において、与えられた伝送速度が最大のパフォーマンスマージンを有するビット配分となるように、当該ビット配分を計算する手法の一例としては、上述の米国特許第5,479,447号公報に詳述されている。図13はこのビット配分方法の一例を示している。送信したい伝送速度 (ビットレート) が与えられると、測定された伝送線路のSNR値 (15) に基いて各キャリアが最大のパフォーマンスマージンを持つようにビット数を各キャリアに配分する (16) のものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このDMT方式のADSL技術において、日本国内では、同一ケーブル内にTCM (Time Compression Multiplexing) 方式のISDNが存在し、これにより生じる周期的な漏話がADSLへの信号に大きな雑音となっている。図14を用いてADSL回線とTCM-ISDN回線とが同一ケーブルに共存する場合に発生する漏話について説明する。図14には、ADSL回線において下り方向 (ATU-C (ADSL Termination Unit-Center side) からATU-R (ADSL Termination Unit-Remote side) の方向) にデータ伝送を行っている時にATU-RがTCM-ISDN回線によるデータ伝送によって発生する漏話が示されている。

【0008】図14に示すように、ADSL回線において下り方向のデータ伝送を行っている時に、TCM-ISDN回線が同じく下り方向のデータ伝送を行っている場合、遠端漏話 (FEXT : Far End Cross-Talk) が発生する。また、ADSL回線において下り方向にデータ伝送を行っている時にTCM-ISDN回線がこれとは逆方向の上り方向のデータ伝送を行っている場合、近端漏話NEXT (Near End Cross-Talk) が生じる。TCM方式のISDN回線では、データの伝送を上り方向と下り方向とで交互に行っているため、ADSL回線はISDN回線のピンポン方式のデータ伝送の影響を受け、近端漏話と遠端漏話とが周期的に発生する。

【0009】従来のADSL技術で通信を行った場合、この周期的な漏話雑音のため、雑音状態の悪い近端漏話 (NEXT) 時にはエラーが多量に発生する。また、伝送速度をNEXT雑音下での通信に合わせて設定した場合、伝送速度の大幅な減少となる。このISDNからの漏話雑音状況下において、ADSL装置の通信性能を向上させるためにいわゆるデュアルビットマップ方式が考えられる。この方式では、ADSL装置はビットマップ (ビット配分) を2種類所有し、漏話雑音の周期に同期させてビットマップを切替えて通信速度を変化させる方式である。遠端漏話 (FEXT) 時には雑音は小さいため通信速度を大きくし、NEXT時には大きい通信速度を小さくする。

【0010】ところが、このデュアルビットマップ方式では伝送線路のSNR値が複数存在するため、上位層から与えられたビットレート (伝送速度) から従来の方法でビット配分を行うことはできない。即ち、測定したSNR値に基づいて各キャリアが最大なパフォーマンスマージンを持つように、与えられたビットレートを2種類に分割する。【0011】以上の問題のため、周期的に線路の雑音量が変化し、この雑音の変化に同期して複数の伝送速度を切替える場合には、従来のビット配分方法では最大なパフォーマンスマージンを得ることができない。

【0012】本発明の目的は、異なる時間で評価された複数のSNR値を、同じ時間の異なる周波数で評価された1つのSNR値とみなすことにより、上記の課題を解決したビット配分方法を有するマルチキャリア伝送システム及びその方法を提供することである。

【0013】本発明の他の目的は、異なる時間で評価された複数のSNR値に応じて、与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にすることにより、上記の課題を解決したビット配分方法を有するマルチキャリア伝送システム及びその方法を提供することである。

【0014】【課題を解決するための手段】本発明によれば、周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送システムであって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時

間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価手段と、前記複数種の信号対雑音比の組を同一時間の異なる周波数で評価された1つの信号対雑音比の組とし、この1つの信号対雑音比の組に応じて前記各キャリアのビット配分をなすビット配分手段とを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送システムが得られる。

【0015】そして、前記雑音環境が2種であって等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価手段は、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出するよう構成されており、前記ビット配分手段は、これ等2種の信号対雑音比の組を前記1つの信号対雑音比の組として前記ビット配分をなすよう構成されていることを特徴とする。また、前記雑音環境が2種であって不等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価手段は、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出するよう構成されており、前記ビット配分手段は、これ等2種の信号対雑音比の組を前記1つの信号対雑音比の組として前記ビット配分をなすよう構成されていることを特徴とする。更に、前記ビット配分手段は、前記1つの信号対雑音比の組の各値及び前記各キャリアの電力制限値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする。

【0016】本発明によれば、周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送システムであって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価手段と、前記複数種の信号対雑音比の組の各値に応じて、与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にするような前記各キャリアのビット配分をなすビット配分手段とを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送システムが得られる。

【0017】そして、前記雑音環境が2種であって等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価手段は、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出するよう構成されており、前記ビット配分手段は、これ等2種の信号対雑音比の組の各値に応じて前記ビット配分をなすよう構成されていることを特徴とする。また、前記雑音環境が2種であって不等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価手段は、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出するよう構成されており、前記ビット配分手段は、これ等2種の信号対雑音比の組の各値に応じて前記ビット配分をなすよう構成されていることを特徴とする。更に、前記ビット配分手段は、前記2種の信号対雑音比の組の各値及び総送信電力制限値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする。

【0018】また、前記第一の通信局から前記第二の通信局へのデータ伝送の場合、前記第一の通信局は予め定められた複数の伝送速度を前記第二の通信局へ送信する手段を有し、前記第二の通信局は前記信号対雑音比評価手段及び前記ビット配分手段を有し、前記ビット配分手段は、前記第一の通信局から送信されてきた前記複数の伝送速度と前記信号対雑音比の組とを基に、データ伝送におけるマージンを算出する手段と、この算出されたマージンを基に前記複数の伝送速度から最適伝送速度を選択する手段と、この選択された伝送速度に従って前記各キャリアのビット配分を算出する手段とを有することを特徴とする。また、前記第二の通信局は前記ビット配分を前記第一の通信局へ送出する手段を更に含み、前記第一の通信局は前記ビット配分に従って前記第二の通信局へのデータ伝送をなすことを特徴とする。更に、前記2種の雑音の雑音源は、第一及び第二の通信局との間の通信回線と同一ケーブル上に存在することを特徴とし、また前記2種の雑音の環境は、第一の雑音環境及びこの第一の雑音環境よりも雑音状態が悪い第二の雑音環境であることを特徴とする。そして、前記2種の雑音は、遠端漏話及び近端漏話に起因するものであることを特徴とし、前記第一及び第二の通信局間はデジタル加入者回線によるデータ伝送であることを特徴とする。

【0019】本発明によれば、周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送方法であって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価ステップと、前記複数種の信号対雑音比の組を同一時間の異なる周波数で評価された1つの信号対雑音比の組とし、この1つの信号対雑音比の組に応じて前記各キャリアのビット配分をなすビット配分ステップとを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送方法が得られる。

【0020】そして、前記雑音環境が2種であって等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価ステップは、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出し、前記ビット配分ステップは、これ等2種の信号対雑音比の組を前記1つの信号対雑音比の組として前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする。また、前記雑音環境が2種であって不等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価ステップは、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出し、前記ビット配分ステップは、これ等2種の信号対雑音比の組を前記1つの信号対雑音比の組として前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする。更に、前記ビット配分ステップは、前記1つの信号対雑音比の組の各値及び前記各キャリアの電力制限値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とす



る。

【0021】本発明によれば、周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送方法であって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価ステップと、前記複数種の信号対雑音比の組の各値に応じて、与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にするよう

な前記各キャリアのビット配分をなすビット配分ステップとを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送方法が得られる。

【0022】そして、前記雑音環境が2種であって等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価ステップは、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出し、前記ビット配分ステップは、これ等2種の信号対雑音比の組の各値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする。また、前記雑音環境が2種であって不等間隔周期で変化する場合、前記信号対雑音比評価ステップは、前記2種の雑音環境下の各々において対応する信号対雑音比の組を算出し、前記ビット配分ステップは、これ等2種の信号対雑音比の組の各値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする。更に、前記ビット配分ステップは、前記2種の信号対雑音比の組の各値及び総送信電力制限値に応じて前記ビット配分をなすようにしたことを特徴とする。

【0023】また、前記第一の通信局から予め定められた複数の伝送速度を前記第二の通信局へ送信するステップを更に含み、前記第二の通信局において実行される前記ビット配分ステップは、前記第一の通信局から送信されてきた前記複数の伝送速度と前記信号対雑音比の組とを基に、データ伝送におけるマージンを算出するステップと、この算出されたマージンを基に前記複数の伝送速度から最適伝送速度を選択するステップと、この選択された伝送速度に従って前記各キャリアのビット配分を算出するステップとを有することを特徴とする。更に、前記ビット配分を前記第二の通信局から前記第一の通信局へ送出するステップと、前記第一の通信局において前記ビット配分に従って前記第二の通信局へのデータ伝送をなすステップとを含むことを特徴とする。

#### 【0024】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照しつつ本発明の実施の形態につき説明する。図1は本発明の実施の形態を示すブロック図である。図1を参照すると、中央局としてATU-C100、端末としてATU-R200が、夫々設けられており、これ等両者間の伝送はディジタル加入者回線により行われる。尚、本例では、ATC-CからATU-Rへ送信する下り方向の伝送速度の決

定につき説明する。下り方向伝送速度送信部1は図示せぬ上位層から指定された下り方向伝送速度 $r_1 \sim r_4$

(本例では、4種の速度とする)をATU-Rへ送信するものである。

【0025】選択伝送速度記憶部9はATU-R200にて選択された伝送速度 $r_n$ を記憶するものであり、ビット、パワー配分テーブル10はATU-R200から送信されたビット、パワー配分テーブルを記憶するものである。このビット、パワー配分テーブル10に従って、各キャリアのビット配分及びパワー配分(マッピング)が行われつつ下り方向のデータ伝送がなされる。

【0026】以上はATU-C100の機能であるが、ATU-R200の機能は次の如くである。下り方向SNR評価部2は下り方向伝送の際の伝送線路のSNR評価を行うものであり、ここでは、例として、TCM-ISDNがADSLと同一ケーブル内に存在し、その漏話雑音が周期的に変化する場合について説明する。図2はTCM-ISDNからADSLへの漏話雑音を説明するための図である。図(A)はTCM-ISDNのデータの送信方向を示し、(B)はそれによってADSL(ATU-R)に対して生じる漏話雑音を示す。

【0027】ISDNの上り方向送信時には、ATU-Rには近端漏話NEXTが生じ、下り方向送信時には、遠端漏話FEXTが生じる。そのために、下り方向SNR評価部2は、NEXTとFEXTとの2種の雑音が存在する場合での各キャリア周波数におけるSNR値の組を夫々に評価(算出)し、対応するSNRの組をNEXT SNR及びFEXT SNRの各保持部3に夫々保持する。尚、図2(B)はTCM-ISDNにより生ずる漏話雑音の時間間隔が等しい場合であるが、図2

(C)は等しくない場合の例を示している。図2(C)において、 $f$ 及び $n$ は雑音が発生する期間の時間比率を示しており、この場合にはFEXTが発生する期間 $f$ はNEXTが発生する期間 $n$ より短い。

【0028】速度適応アルゴリズム部8は、パフォーマンスマージン計算部4と、伝送速度選択部5と、ビット、パワー配分テーブル送信部6とを有する。パフォーマンスマージン計算部4は下り方向SNR評価部2にて評価された線路のSNR値3を基に、ATU-C100より送信されてきた4種の伝送速度を夫々実現する場合に最大のパフォーマンスマージン値を、4種類計算する。伝送速度選択部5は、これ等4種類のパフォーマンスマージン値から送信可能でかつ伝送速度が最も大なる値を選択する。ビット、パワー配分テーブル送信部6は、選択された伝送速度 $r_n$ で送信を行うためのビット、パワー配分テーブルをATU-C100へ送信するが、このビット、パワー配分テーブル7はNEXT時及びFEXT時で周期的に変化するSNR値の各組に対して夫々算出されたものである。

【0029】図3は図1のブロックの動作を示すフロー

チャートである。上位層から与えられた4つの伝送速度は、ATU-CからATU-Rに向かって送信される（ステップA1）。例えば、 $r1$  から  $r4 \text{ bit/s}$  の4種類の伝送速度がその他のパラメータと共にATU-CからATU-Rに送信される。ATU-R側は、雑音量が周期的に変化する場合、特にここではTCM-ISDNが同一ケーブル内に存在する場合、ISDNからADSLに対してNEXT及びFEXTが発生する。下り方向SNR評価部2では、この両方の場合における各周波数のSNR値を評価し、各々をNEXT SNR, FEXT SNR3に保持する。図4の11及び12は評価された各周波数のSNR値を示し、11はFEXT発生時の、12はNEXT発生時の各SNR値を示す。

【0030】パフォーマンスマージン計算部4は、SNR評価部2で評価した線路のSNR値3を基に、送信された4つの伝送速度を実現する場合、パフォーマンスマージンを最大の値に設定するビット配分を夫々4種類計算する（ステップA2）。図4はその計算方法を示す。11, 12に示すNEXT及びFEXT時のSNR値を図4の13に示すように、周期的に変化することがなく倍の周波数まで評価されたSNR値として使用する。

【0031】これにより、回線のパフォーマンスマージンを計算するにあたって、使用周波数が倍でありSNR値が13であるような時間的に変化のない線路について、伝送速度は与えられた伝送速度の値を倍にし、512のキャリアを使用する場合とみなしてビット配分方法を用いる。本例では、各キャリアの電力制限がある場合であり、これ等各キャリアの電力上限をEmaskとする。ここで、データの送信に使用可能な総送信電力の上限Etargetは、(全キャリア数) × (各キャリアの電力上限Emask) とし、総送信電力の上限によっては、各キャリアに使用可能な送信電力が制限されることはないものとする。

【0032】伝送速度選択部5では、計算した4種類のパフォーマンスマージン値、例えば、図3のステップA2に示すように4種類のマージン値m1 ~ m4 から、伝送速度が最も速かつマージンが負でない送信可能な伝送速度を選択する（ステップA3）。全伝送速度に関してマージンが全て負であれば、4つの伝送速度全てが送信不可能であることを示し、ATU-RはATU-Cに向けて全伝送速度失敗出力を送信する（ステップA6）。伝送速度のどれか1つを選択することができれば、その選択した伝送速度及びそのパフォーマンスマージンをATU-Cに送信する（ステップA4）。

【0033】ビット、パワー配分テーブル送信部6では選択した伝送速度で送信を行うためのビット、パワー配分テーブルを送信する（ステップA5）。このテーブルは、NEXT時及びFEXT時で周期的に変化するSNR値夫々に対して計算する必要がある。使用するビット、パワー配分テーブルは、512キャリアを使用する

場合として計算したビット、パワー配分テーブル7から、前半256キャリアに相当する部分をFEXT用テーブル、後半256キャリアに相当する部分をNEXT用テーブルとして使用する。計算された夫々のテーブルはATU-RからATU-Cに送信される。

【0034】また、図2(C)の場合では、伝送線路の雑音の変化周期が等間隔でないため、複数のSNR値を単一のSNR値にする時に、その時間間隔の比率f及びnだけSNR値の周波数を増加させる。図5はそのビット配分の計算方法を示す。図5(A)に示すように、図4の11, 12に示すNEXT及びFEXT時のSNR値を、FEXT時のSNR値はf倍、更にNEXT時のSNR値をn倍の周波数まで拡張して使用する。伝送速度は与えられた伝送速度の値をf+n倍し、(f+n) × 256のキャリアを使用する線路とみなして、図5(B)の如きビット配分方法を用いる。

【0035】データの送信に使用するビット、パワー配分テーブルは、FEXT時に使用するテーブルの場合、FEXT時のSNR値を用いたキャリアのどれか一集合に配分されたビット、パワー配分テーブルを使用する。またNEXT時のテーブルも同様に、NEXT時のSNR値を用いたキャリアのどれか一集合に配分されたテーブルを使用する。例えば、(3+2) × 256 = 1280のキャリアを使用するとして計算した図5の場合、ビット、パワー配分テーブル(図5(B))から0~255のキャリアに相当する部分をFEXT用テーブル、768~1023のキャリアに相当する部分をNEXT用テーブルとして使用する。

【0036】計算された各テーブルは、ATU-RからATU-Cに送信されて、ビット、パワー配分テーブル10に保持されて、下り方向送信時のビット、パワー配分(マッピング)に用いられるのである。

【0037】図6は図3のステップA2におけるパフォーマンスマージンの計算方法を示すフローである。先ず、各キャリアiの送信電力をE(i)として正規化したSNR(i)を求める(ステップA7)。そして、この計算されたSNR(i)を降順に並べ替え(ステップA8)、 $SNR(i) \geq SNR(i+1)$ となるように番号の振り替えを行う。尚、全キャリア数Nより小なるiまでの全ての番号につき上記不等式は適用される。

【0038】次に、 $k=1$ ,  $\gamma_{\max} = -\infty$ , count = 0とする(ステップA9)。kはカウンタ、 $\gamma_{\max}$ は現在の最大可能システムパフォーマンスマージン、countは $\gamma_{\max}$ を達成するために使用するキャリア数である。そして、 $\gamma(k)$ の計算を行う(ステップA10)。

【0039】この $\gamma(k)$ の計算式は、

【数1】

$$\gamma(k) = 10 \log_{10} \left\{ \frac{\overline{\text{SNR}(k)}}{2^{\frac{\text{Btarget}}{k}} - 1} \right\} + \gamma_{\text{eff}} - 9.8 \text{ (dB)}$$

で与えられる。

【0040】 $\gamma(k)$ は1キャリアシンボル中に達成可能な最大システムパフォーマンスマージンである。この時、目標達成速度が $\text{Btarget}$ であり、総有効コーディングゲインが $\gamma_{\text{eff}}$ であり、希望するビットエラーレートが $10^{-7}$ 、最良キャリアを $k$ 本使用し、現在の幾何平均SNRは、

【数2】

$$\overline{\text{SNR}(k)} = \left[ \prod_{i=1}^k E_i \cdot \text{SNR}(i) \right]^{\frac{1}{k}}$$

で与えられる。

【0041】 $i$ 番目のキャリアが使用する現在の送信電力 $E_i$ は、

$E_i = E_{\text{max}i}$

で与えられる。ここで、送信機により制限される総入力電力 $E_{\text{target}}$ は、

$$b_i = \text{floor} \left[ \log_2 \{1 + E_{\text{max}i} \cdot \text{SNR}(i) / \Gamma_{\text{max}}\} \right]$$

を用いて計算する。 $\text{floor}$ は小数点以下切捨てを示し、

$$\text{diff}i = b_i - \log_2 \{1 + E_{\text{max}i} \cdot \text{SNR}(i) / \Gamma_{\text{max}}\}$$

により算出される（ステップA15）。

【0045】ここで $\Gamma_{\text{max}}$ は、

$$\Gamma_{\text{max}} = \left[ Q^{-1} \left( \frac{P_e}{N_e} \right) \right]^2 + \gamma_{\text{max}} - \gamma_{\text{eff}} - 4.77 \text{ (dB)}$$

で与えられる。 $P_e$ はビットエラーレートであり、 $N_e$ は入力信号コンスタレーションの最も隣接するポイント★

★の数であり、 $Q$ 関数は、

【数4】

$$Q(x) = \int_x^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-y^2/2} dy$$

にて定義されるものである。

【0046】そして、 $\text{Btotal}$ を計算する（ステップA16）。この $\text{Btotal}$ は、現在のビット配分テーブルが1マルチキャリアシンボルにおいてサポートしている総ビット数であり、 $\text{Btotal} = \sum b'_i$ である。ここに、 $\sum$ は $i = 0 \sim N-1$ の総和である。

【0047】そして、 $\text{Btotal} < \text{Btarget}$ である場合、現在のビット配分テーブルから1ビット、最少の $\text{diff}i$ 値を持つキャリアのビット配分テーブル $\{b'_i\}$ を1

\*  $E_{\text{target}} = k \cdot E_{\text{max}i}$

であり、 $k$ は使用するキャリア数である。

【0042】 $E_{\text{max}i}$ は $i$ 番目のキャリアが送信可能な最大電力であり、これは送信パワーマスクにより決まる。この場合、総入力電力 $E_{\text{target}}$ によっては、各キャリアの送信可能な最大電力が制限されることはない。

【0043】そして、 $\gamma(k) > \gamma_{\text{max}}$ である場合、 $\gamma_{\text{max}} = \gamma(k)$ 、 $\text{count} = k$ とする（ステップA11, A12）。 $k$ が $N$ でなければ、 $k = k + 1$ として（ステップA14）、ステップA10へ戻る。ここで、 $\gamma_{\text{max}}$ は与えられたシステムパラメータにおける最大可能システムパフォーマンスマージンを示しており、 $\text{count}$ は $\gamma_{\text{max}}$ を達成するために使用する最良キャリア数となる。

【0044】図7は図3のステップA5におけるビット配分テーブルの計算方法を示すフローである。上述した $\gamma_{\text{max}}$ 及び $\text{count}$ を使用し、初期のビット配分テーブル $\{b'_i\}$ を、

切捨てられた小数点以下の値は、 $\text{diff}i$ として

※【数3】

ビット増加させ、 $\text{diff}i = \text{diff}i + 1$ 、 $\text{Btotal} = \text{Btotal} + 1$ とする（ステップA17, A18）。これを $\text{Btotal} = \text{Btarget}$ となるまで繰り返す。

【0048】図8は図3のステップA5におけるパワー配分テーブルの算出方法を示すフローである。まず、与えられたビット配分テーブル $\{b'_i\}$ を基に、 $P_{e,i} = P_{e,i,\text{target}}$ となるように、入力電力 $\{E'_i\}$ を割当て（ステップA19）。ここで、 $P_{e,i}$ は $i$ 番目のキャリアのエラー確率、 $P_{e,i,\text{target}}$

は  $i$  番目のキャリアの目標エラー確率である。尚、 $\{E' i\}$  は  $i$  番目のキャリアが使用する総送信電力である。現在の総送信電力  $E_{total}$  を、

$$E_{total} = \sum E_i$$

として算出する（ステップ A 20）。ここに、 $\sum$  は  $i = 0 \sim N-1$  の総和である。

【0049】そして、最終電力分布  $\{E' i\}$  を再調整する（ステップ A 21）。この再調整は、 $E_{target}/E_{total}$  と  $E_{max,i}$  のうち小なる値を  $E_i$  とすることで行う。このシステムにおける初期のビット及びパワー（電力）配分テーブルは、 $\{b' i\}$  及び  $\{E' i\}$  によって与えられることになる。

【0050】次に、本発明の他の実施の形態につき説明する。上記実施の形態では、各キャリアの送信電力制限がある場合であったが、本例では、総送信電力制限がある場合につき述べる。本実施の形態においても、図 1 のブロック図及び図 3 のその動作を示すフローチャートについては、同一であるものとする。上位層から与えられた 4 つの伝送速度は、ATU-C から ATU-R に向かって送信される（ステップ A 1）。例えば、 $r1$  から  $r4$   $bit/s$  の 4 種類の伝送速度がその他のパラメータと共に ATU-C から ATU-R に送信される。

【0051】ATU-R 側は、雑音量が周期的に変化する場合、特にここでは TCM-ISDN が同一ケーブル内に存在する場合、ISDN から ADSL に対して NEXT 及び FEXT が発生する。下り方向 SNR 評価部 2 では、この両方の場合における各周波数の SNR 値を評価し、各々を NEXT SNR, FEXT SNR 3 に保持する。図 9 の 11 及び 12 は評価された各周波数の SNR 値を示し、11 は FEXT 発生時の、12 は NEXT 発生時の各 SNR 値を示す。

【0052】パフォーマンスマージン計算部 4 は、SNR 評価部 2 で評価した線路の SNR 値 3 を基に、送信された 4 つの伝送速度を実現する場合、パフォーマンスマージンを最大の値に設定するビット配分を夫々 4 種類計算する（ステップ A 2）。図 9 はその計算方法を示す。異なる時間で評価された複数の SNR 値及び総送信電力を考慮して与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にするようなマルチキャリアのビット配分を夫々算出する。そのとき、図 9 に示されるように異なる時間で評価された NEXT 時及び FEXT 時の SNR 値とデータ伝送時の総電力とを考慮して、ATU-C 100 から与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にするようなマルチキャリアの各キャリアのビット配分を算出する。

【0053】伝送速度選択部 5 では、計算した 4 種類のパフォーマンスマージン値、例えば、図 3 のステップ A 2 に示すように 4 種類のマージン値  $m1 \sim m4$  から、伝送速度が最も速かつマージンが負でない送信可能な伝送速度を選択する（ステップ A 3）。全伝送速度に関し

てマージンが全て負であれば、4 つの伝送速度全てが送信不可能であることを示し、ATU-R は ATU-C に向けて全伝送速度失敗出力を送信する（ステップ A 6）。伝送速度のどれか 1 つを選択することができれば、その選択した伝送速度及びそのパフォーマンスマージンを ATU-C に送信する（ステップ A 4）。ビット、パワー配分テーブル送信部 6 では選択した伝送速度で送信を行うためのビット、パワー配分テーブルを送信する（ステップ A 5）。このテーブルは、NEXT 時及び FEXT 時で周期的に変化する SNR 値夫々に対して計算する必要がある。計算された夫々のテーブルは ATU-R から ATU-C に送信される。

【0054】また、図 2 (C) の場合では、伝送線路の雑音の変化周期が等間隔でないため、複数の SNR 値を単一の SNR 値にする時に、その時間間隔の比率  $f$  及び  $n$  だけ SNR 値の周波数を増加させる。図 5 はそのビット配分の計算方法を示す。図 5 (A) に示すように、図 4 の 11, 12 に示す NEXT 及び FEXT 時の SNR 値を、FEXT 時の SNR 値は  $f$  倍、更に NEXT 時の SNR 値を  $n$  倍の周波数まで拡張して使用する。伝送速度は与えられた伝送速度の値を  $f+n$  倍し、 $(f+n) \times 256$  のキャリアを使用する線路とみなして、図 5 (B) の如きビット配分方法を用いる。

【0055】データの送信に使用するビット、パワー配分テーブルは、FEXT 時に使用するテーブルの場合、FEXT 時の SNR 値を用いたキャリアのどれか一集合に配分されたビット、パワー配分テーブルを使用する。また NEXT 時のテーブルも同様に、NEXT 時の SNR 値を用いたキャリアのどれか一集合に配分されたテーブルを使用する。例えば、 $(3+2) \times 256 = 1280$  のキャリアを使用するとして計算した図 5 の場合、ビット、パワー配分テーブル（図 5 (B)）から  $0 \sim 255$  のキャリアに相当する部分を FEXT 用テーブル、 $768 \sim 1023$  のキャリアに相当する部分を NEXT 用テーブルとして使用する。計算された各テーブルは、ATU-R から ATU-C に送信されて、ビット、パワー配分テーブル 10 に保持されて、下り方向送信時のビット、パワー配分（マッピング）に用いられる。

【0056】図 10 は図 3 のステップ A 2 におけるパフォーマンスマージンの計算方法を示すフローである。まず、各キャリア  $i$  の送信電力を  $E(i)$  として正規化した SNR  $(i)$  を求める（ステップ S10）。そして、この計算された SNR  $(i)$  を降順に並べ替え（ステップ S11）、

$$SNR(i) \geq SNR(i+1)$$

となるように番号の振り替えを行う。尚、全キャリア数  $N$  より小なる  $i$  までの全ての番号につき上記不等式は適用される。

【0057】次に、 $k=1$ ,  $KF=KN=0$ ,  $countF=countN=0$ ,  $\gamma_{max}=-\infty$  とする（ステッ

プS12)。kはカウンタ、 $\gamma_{\max}$ は現在の最大可能システムパフォーマンスマージン、countF, countNは $\gamma_{\max}$ を達成するために使用するキャリア数であり、添字のFはFEXT用テーブルの先頭文字Fを、またNはNEXT用テーブルの先頭文字Nを、夫々示している。そして、 $\gamma_F(k)$ ,  $\gamma_N(k)$ の計算を行う(ステップS13)。この $\gamma_F(k)$ ,  $\gamma_N(k)$ の計算式は先の「数1」の式と同一である。

【0058】 $\gamma(k)$ は1キャリアシンボル中に達成可能な最大システムパフォーマンスマージンである。この時、目標達成速度がBtargetであり、総有効コーディングゲインが $\gamma_{\text{eff}}$ であり、希望するビットエラーレートが $10^{-7}$ 、最良キャリアをk本使用し、現在の幾何平均SNRは先の「数2」の式と同一である。

【0059】また、i番目のキャリアが使用する現在の送信電力Eiは、

【数5】

$$E_{i,F} = \min \begin{cases} \frac{E_{\text{target}}}{K_F} \\ E_{\text{max}i} \end{cases}$$

$$E_{i,N} = \min \begin{cases} \frac{E_{\text{target}}}{K_N} \\ E_{\text{max}i} \end{cases}$$

$$b'_{i,F} = \min \begin{cases} \text{round} \left\{ \log_2 \left( 1 + \frac{\frac{E_{\text{target}}}{\text{count}_F} \text{SNR}(i)}{\Gamma_{\max}} \right) \right\} \\ \text{floor} \left\{ \log_2 \left( 1 + \frac{E_{\text{max}} \cdot \text{SNR}(i)}{\Gamma_{\max}} \right) \right\} \end{cases}$$

$$b'_{i,N} = \min \begin{cases} \text{round} \left\{ \log_2 \left( 1 + \frac{\frac{E_{\text{target}}}{\text{count}_N} \text{SNR}(i)}{\Gamma_{\max}} \right) \right\} \\ \text{floor} \left\{ \log_2 \left( 1 + \frac{E_{\text{max}} \cdot \text{SNR}(i)}{\Gamma_{\max}} \right) \right\} \end{cases}$$

を用いて計算する。

【0063】floorは小数点以下切捨てを示し、切捨て

\*で与えられる。ここで、Etargetは送信機により制限される総入力電力である。

【0060】Emaxiはi番目のキャリアが送信可能な最大電力であり、これは送信パワーマスクにより決まる。そして、 $\gamma_F(k) > \gamma_{\max}$  または  $\gamma_N(k) > \gamma_{\max}$  である場合(ステップS14/YES)、countF = KF, countN = KNとし、

$\gamma_F(k) > \gamma_{\max}$  のときは、 $\gamma_{\max} = \gamma_F(k)$

$\gamma_N(k) > \gamma_{\max}$  のときは、 $\gamma_{\max} = \gamma_N(k)$

とする(ステップS15)。

【0061】そして、 $\gamma_F(k) > \gamma_N(k)$  である場合(ステップS16/YES)にはKF++(ステップS17)、そうでない場合(ステップS16/NO)にはKN++とする(ステップS18)。そして、KF = KN = Nでなければ(ステップS19/NO)、ステップS13へ戻る。ここで、 $\gamma_{\max}$ は与えられたシステムパラメータにおける最大可能システムパフォーマンスマージンを示しており、countF, countNは $\gamma_{\max}$ を達成するための最良キャリア数となる。

【0062】図11は図3のステップA5におけるビット配分テーブルの計算方法を示すフローである。上述した $\gamma_{\max}$ 及びcountF, countNを使用し、初期のビット配分テーブル|b'i|を、

【数6】

\*30

られた小数点以下の値は、diffiとして、

【数7】

$$b_i = \text{floor} \left\{ \log_2 \left( 1 + \frac{E_{\max} \cdot \text{SNR}(i)}{\Gamma_{\max}} \right) \right\} \text{ の場合には、}$$

$$\text{diff}_i = 0.5$$

その他の場合には、

$$\text{diff}_i = \begin{cases} b_i - \log_2 \left( 1 + \frac{\frac{E_{\text{target}}}{\text{count}_F} \text{SNR}(i)}{\Gamma_{\max}} \right) & (i \in F) \\ b_i - \log_2 \left( 1 + \frac{\frac{E_{\text{target}}}{\text{count}_N} \text{SNR}(i)}{\Gamma_{\max}} \right) & (i \in N) \end{cases}$$

により算出される（ステップS20）。

【0064】ここで $\Gamma_{\max}$ は、上記「数3」と同一である。また、 $P_e$ はビットエラーレートであり、 $N_e$ は入力信号コンスタレーションの最も隣接するポイントの数であり、Q関数は上記「数4」と同一である。そして、 $B_{\text{total}}$ を計算する（ステップS21）。この $B_{\text{total}}$ は、現在のビット配分テーブルが1マルチキャリアシンボルにおいてサポートしている総ビット数であり、 $B_{\text{total}} = \sum b'_i$

である。ここに、 $\Sigma$ は $i = 0 \sim N-1$ の総和である。

【0065】そして、 $B_{\text{total}} < B_{\text{target}}$ である場合（ステップS23/YES）、現在のビット配分テーブルから1ビット、最大の $\text{diff}_i$ 値を持つキャリアのビット配分テーブル $\{b'_i\}$ を1ビット減少させ、 $\text{diff}_i = \text{diff}_i - 1$ 、 $B_{\text{total}} = B_{\text{total}} - 1$ とする（ステップS24）。また、 $B_{\text{total}} < B_{\text{target}}$ である場合（ステップS23/NO）、現在のビット配分テーブルから1ビット、最小の $\text{diff}_i$ 値を持つキャリアのビット配分テーブル $\{b'_i\}$ を1ビット増加させ、 $\text{diff}_i = \text{diff}_i + 1$ 、 $B_{\text{total}} = B_{\text{total}} + 1$ とする（ステップS25）。これを、 $B_{\text{total}} = B_{\text{target}}$ （ステップS22/YES）となるまで繰り返す。

【0066】図12は図3のステップA5におけるパワー配分テーブルの算出方法を示すフローである。先ず、与えられたビット配分テーブル $\{b'_i\}$ を基に、 $P_e(i) = P_{e,i,\text{target}}$ となるように、入力電力 $\{E'_i\}$ を割当て（ステップS30）。ここで、 $P_e(i)$ は $i$ 番目のキャリアのエラー確率、 $P_{e,i,\text{target}}$ は $i$ 番目のキャリアの目標エラー確率である。尚、 $\{E'_i\}$ は $i$ 番目のキャリアが使用する総送信電力である。

【0067】現在の総送信電力 $E_{\text{total},F}$ 及び $E_{\text{total},N}$ を、

【数8】

$$E_{\text{total},F} = \sum_{i \in F} E_i$$

$$E_{\text{total},N} = \sum_{i \in N} E_i$$

として夫々算出する（ステップS31）。ここに、 $\Sigma$ は $i = 0 \sim N-1$ の総和である。

【0068】そして、最終電力分布 $\{E'_i\}$ を再調整する（ステップS32）。この再調整は、 $E_{\text{target}}/E_{\text{total},F}$ または $E_{\text{target}}/E_{\text{total},N}$ と $E_{\max,i}$ のうち小なる値 $E'_{i,F}$ または $E'_{i,N}$ を、

【数9】

$$E'_{i,F} = \min \begin{cases} \frac{E_{\text{target}}}{E_{\text{total},F}} E_i \\ E_{\max,i} \end{cases}$$

$$E'_{i,N} = \min \begin{cases} \frac{E_{\text{target}}}{E_{\text{total},N}} E_i \\ E_{\max,i} \end{cases}$$

とすることで行う。このシステムにおける初期のビット及びパワー（電力）配分テーブルは、 $\{b'_i\}$ 及び $\{E'_i\}$ によって与えられることになる。

【0069】上記の各実施の形態では、下り方向のデータ伝送の場合につき述べたが、ATU-R200からATU-C100への上り方向のデータ伝送の場合にも、

全く同様であり、図 1 に示した ATU-C100 の構成が ATU-R200 に、ATU-R200 の構成が ATU-C100 に、夫々設けられるものである。

【0070】尚、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、例えば、ADSL 以外の DMT 通信方式を使用した装置が ISDN と同一ケーブル上に存在する場合や、ISDN 以外の 2 種類以上の周期的な雑音源が同一ケーブル上に存在する場合にも、同様に適用できるものである。

#### 【0071】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、伝送線路の雑音量が周期的に変化する場合でも、この周期的変化の雑音に起因して複数存在する SNR 値を、時間的に変化することがなく周波数帯域が増加した一つの線路の SNR 値とみなすことで、周期的に変化する雑音量に対して最大のパフォーマンスマージン値を有するビット配分を得ることができるという効果がある。

【0072】また、本発明によれば、伝送線路の雑音量が周期的に変化する場合でも、この周期的変化の雑音に起因して異なる時間で評価された複数の SNR 値に応じて、与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にする各キャリアのビット配分を得ることができるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

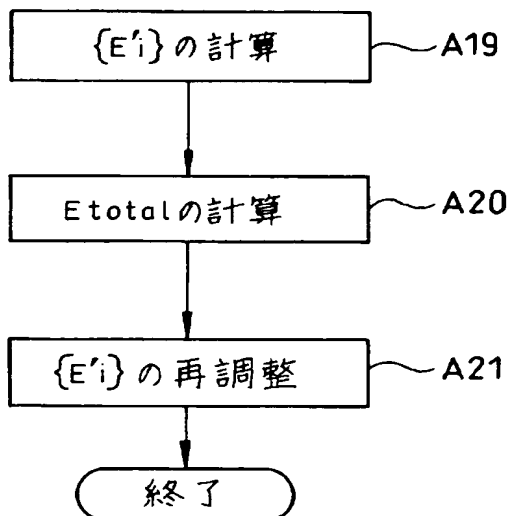
【図 1】本発明の実施の形態を示すブロック図である。

【図 2】TCM-ISDN データと ADSL への雑音状態との関係を示す図である。

【図 3】図 1 のブロックの動作を示すフローチャートである。

【図 4】雑音周期が等間隔の場合のビット配分の例を示す図である。

【図 8】



【図 5】雑音周期が等間隔でない場合のビット配分の例を示す図である。

【図 6】図 3 のステップ A2 の詳細を示すフロー図である。

【図 7】図 3 のステップ A5 のビット配分の計算方法を示すフロー図である。

【図 8】図 3 のステップ A5 のパワー配分の計算方法を示すフロー図である。

【図 9】雑音周期が等間隔の場合のビット配分の他の例を示す図である。

【図 10】図 3 のステップ A2 の詳細の他の例を示すフロー図である。

【図 11】図 3 のステップ A5 のビット配分の計算方法の他の例を示すフロー図である。

【図 12】図 3 のステップ A5 のパワー配分の計算方法の他の例を示すフロー図である。

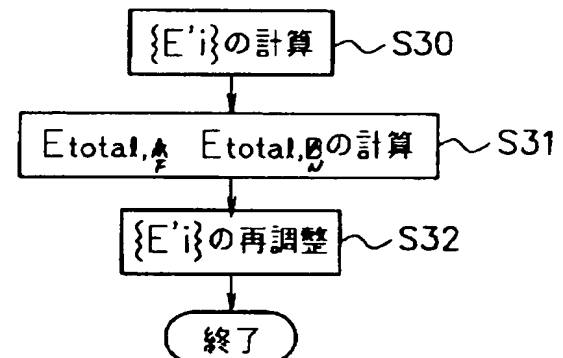
【図 13】従来のビット配分の例を示す図である。

【図 14】遠端漏話及び近端漏話の発生例を示す図である。

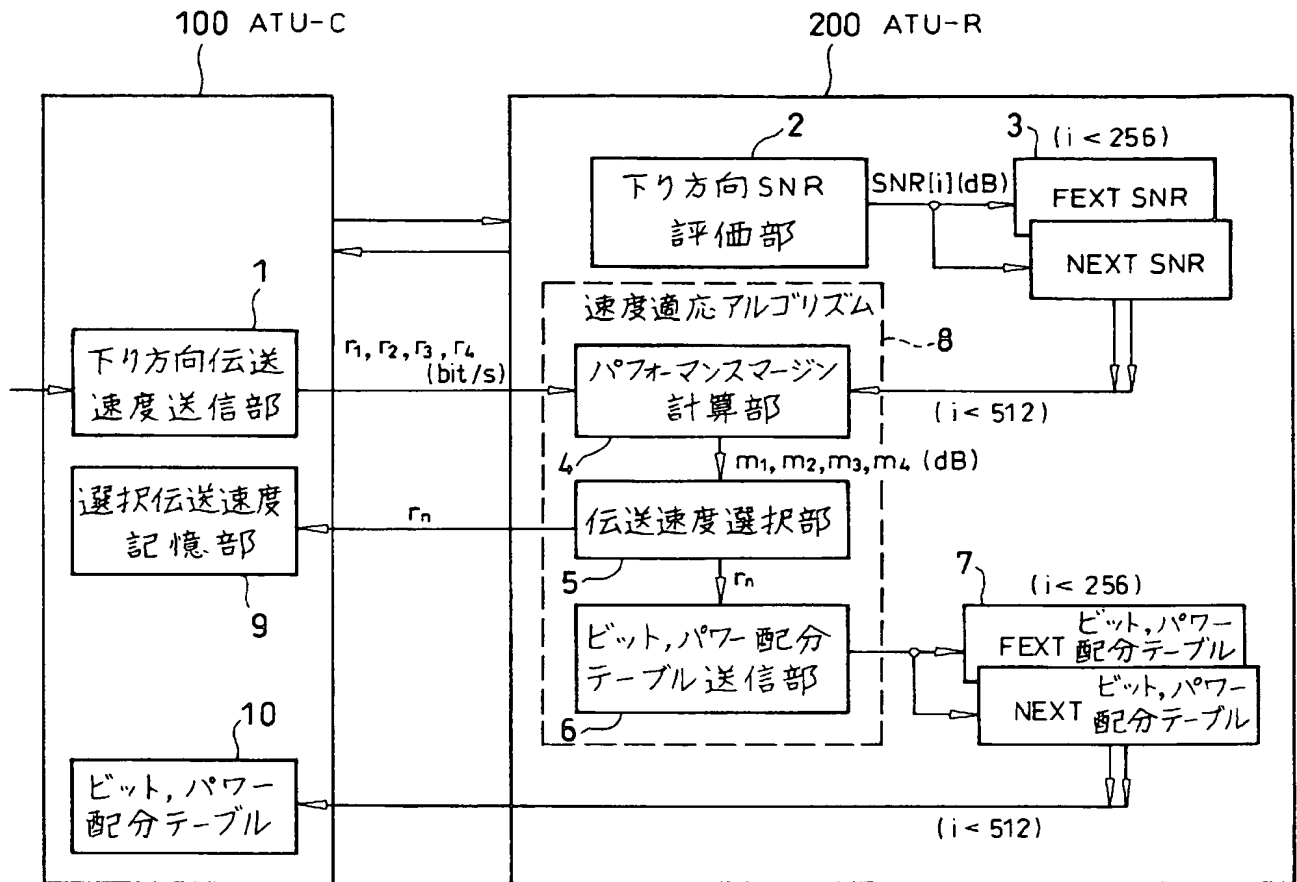
#### 【符号の説明】

- 1 下り方向伝送速度送信部
- 2 下り方向 SNR 評価部
- 3 SNR 値
- 4 パフォーマンスマージン計算部
- 5 伝送速度選択部
- 6 ビット、パワー配分テーブル送信部
- 7, 10 ビット、パワー配分テーブル
- 8 速度適応アルゴリズム
- 9 選択伝送速度記憶部
- 100 ATU-C (中央局)
- 200 ATU-R (端末)

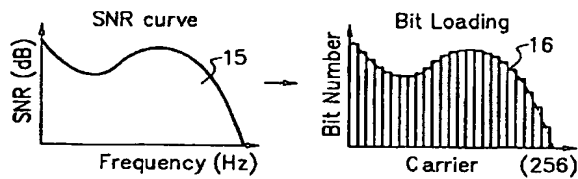
【図 12】



【図 1】



【図 13】



【図 14】

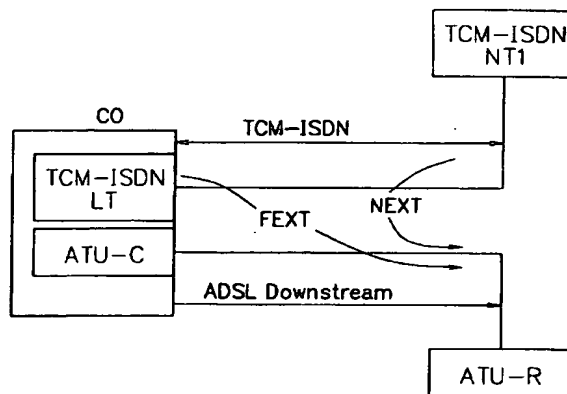
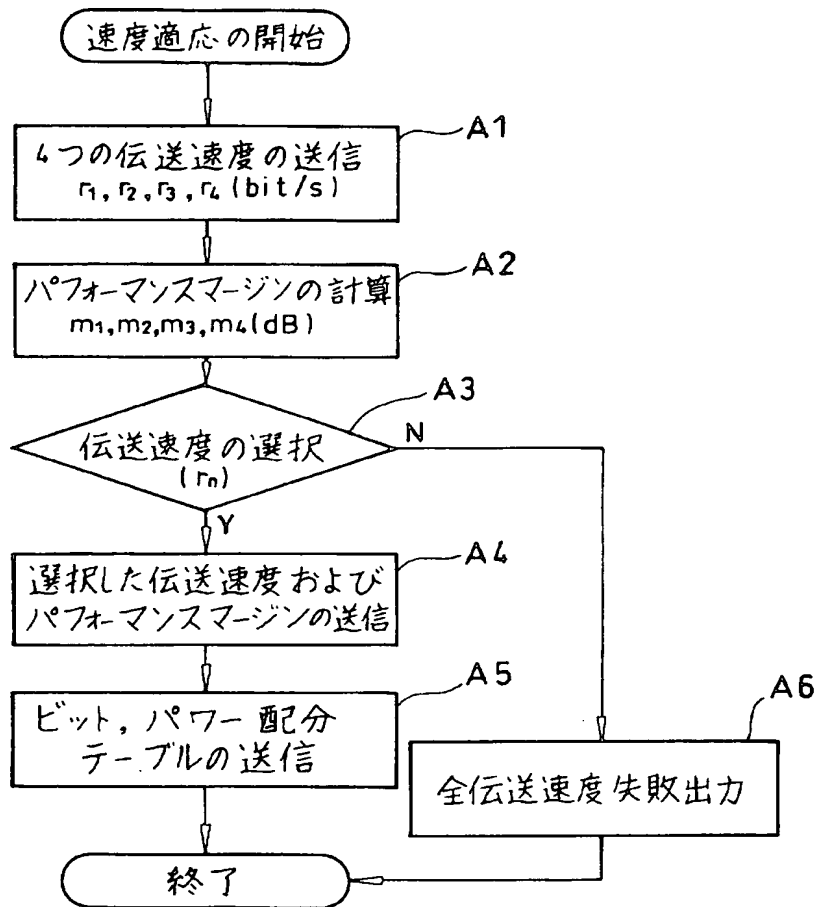




Figure 1 consists of three sub-diagrams labeled (A), (B), and (C), illustrating different data transmission methods.

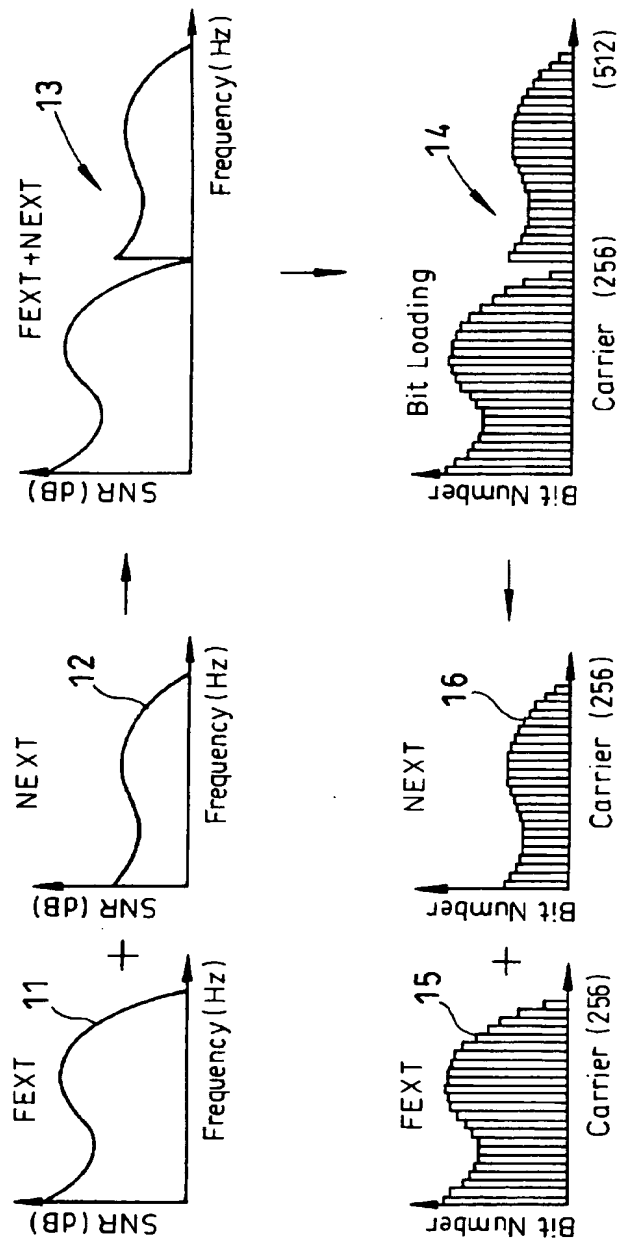
- (A) TCM-ISDNのデータ**: This diagram shows a frequency spectrum with a 400 Hz band indicated. It features alternating blocks labeled '上り' (Up) and '下り' (Down), representing data transmission in both directions.
- (B) ADSLへの雑音 (ATU-R) 等間隔の場合**: This diagram shows a time axis with two points,  $t_1$  and  $t_2$ . At  $t_1$ , there are blocks labeled 'NEXT' and 'FEXT'. At  $t_2$ , there are blocks labeled 'NEXT' and 'FEXT'. The diagram illustrates the noise environment for ADSL at specific time intervals.
- (C) ADSLへの雑音 等間隔でない場合**: This diagram shows a time axis with two points,  $t_1$  and  $t_2$ . At  $t_1$ , there are blocks labeled 'NEXT' and 'FEXT'. At  $t_2$ , there are blocks labeled 'NEXT' and 'FEXT'. The diagram illustrates the noise environment for ADSL when the intervals are not equal, with frequency ranges  $n$  and  $f$  indicated.

【図3】



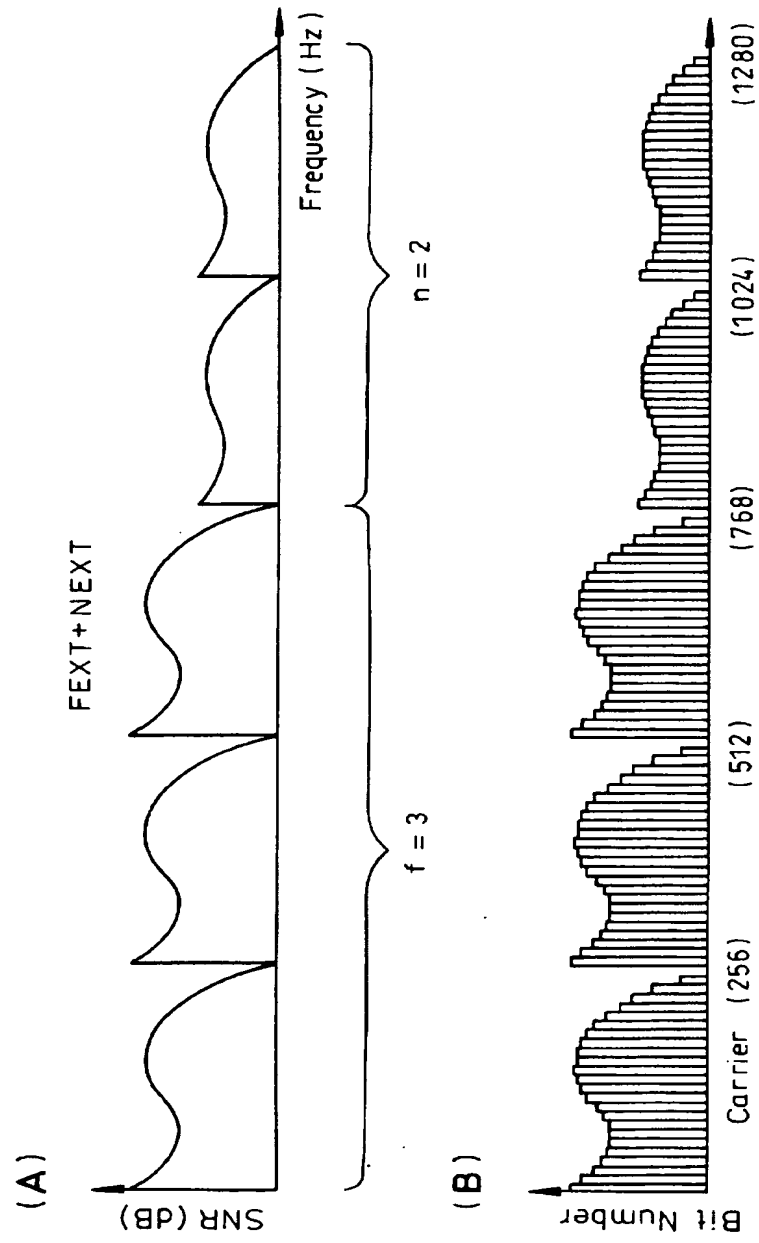
【図 4】

雑音周期が等間隔である場合のBit配分の一例

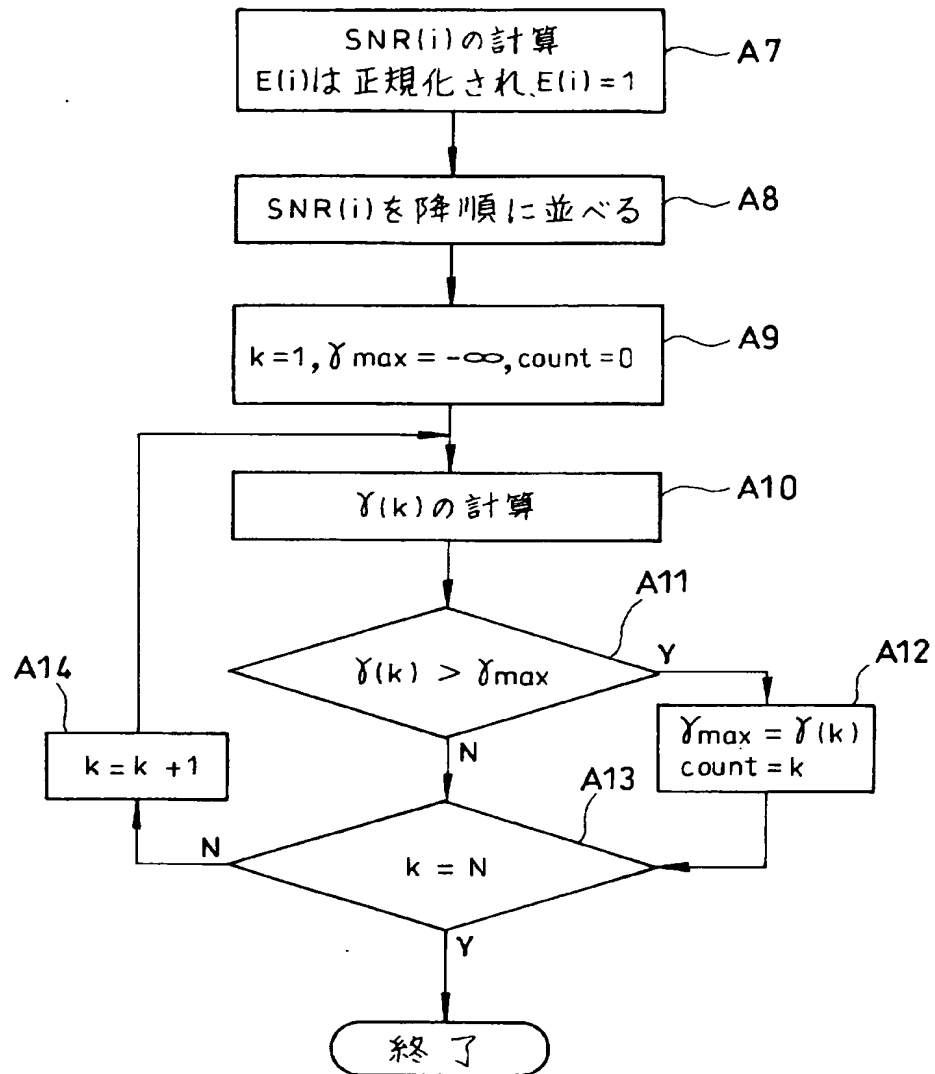


【図5】

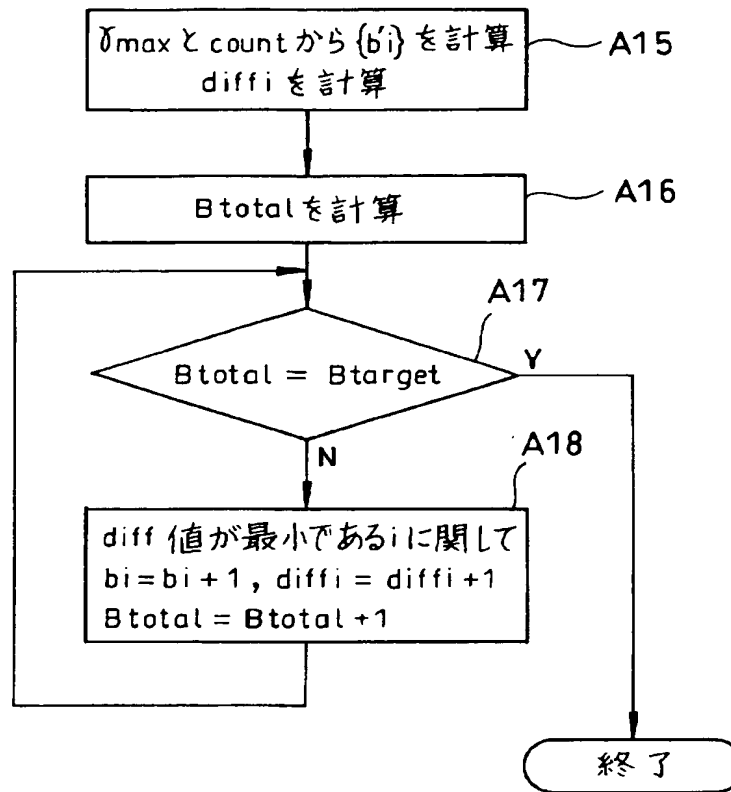
雑音期間が等間隔でない場合のBit配分の一例



【図6】

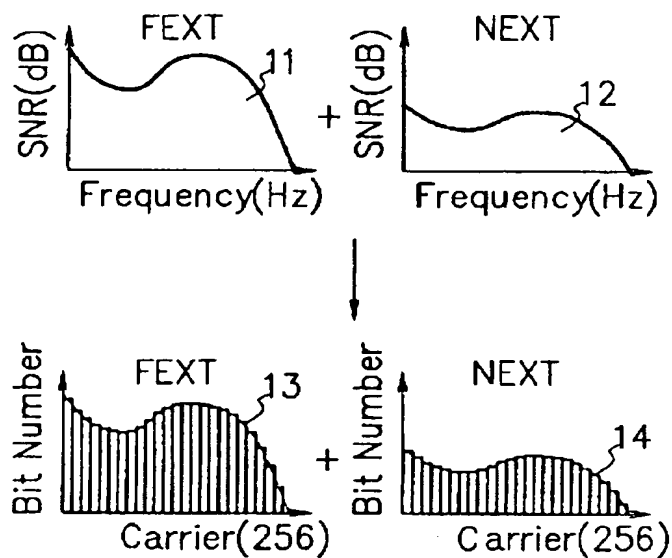


【図7】

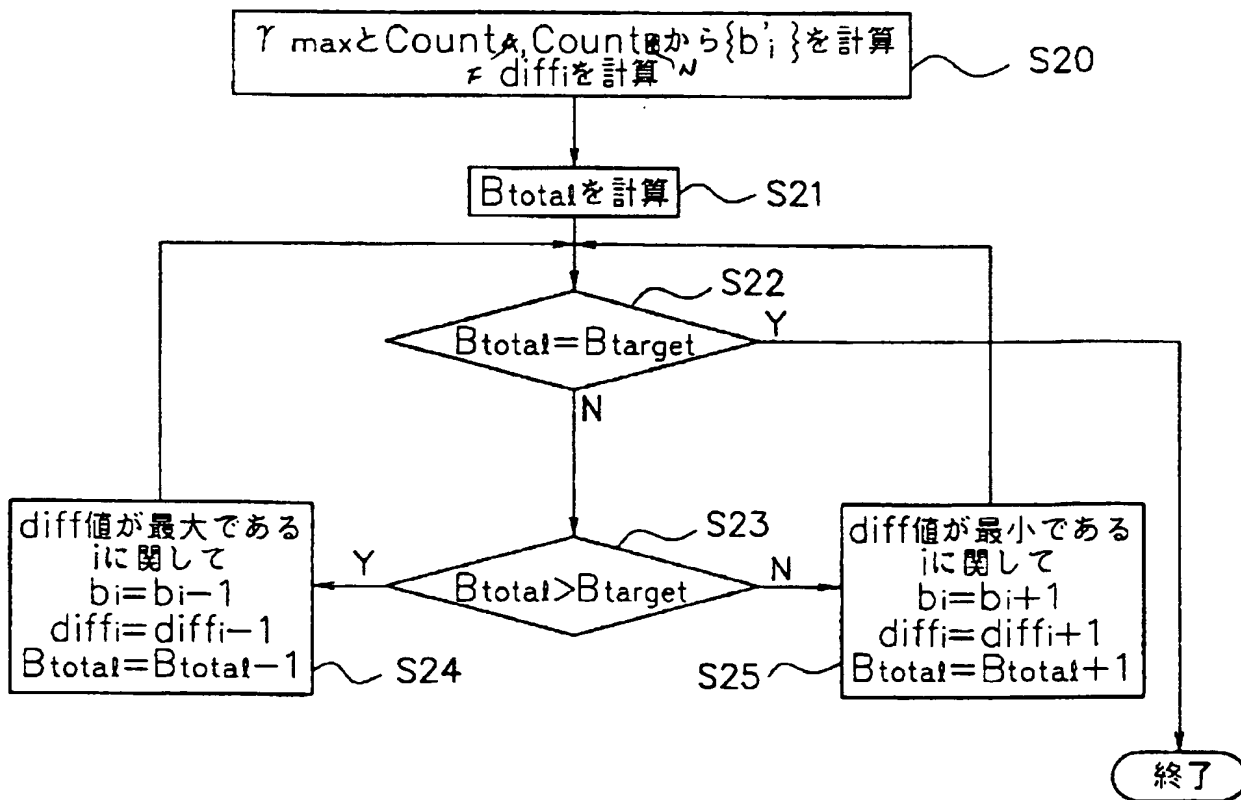


【図9】

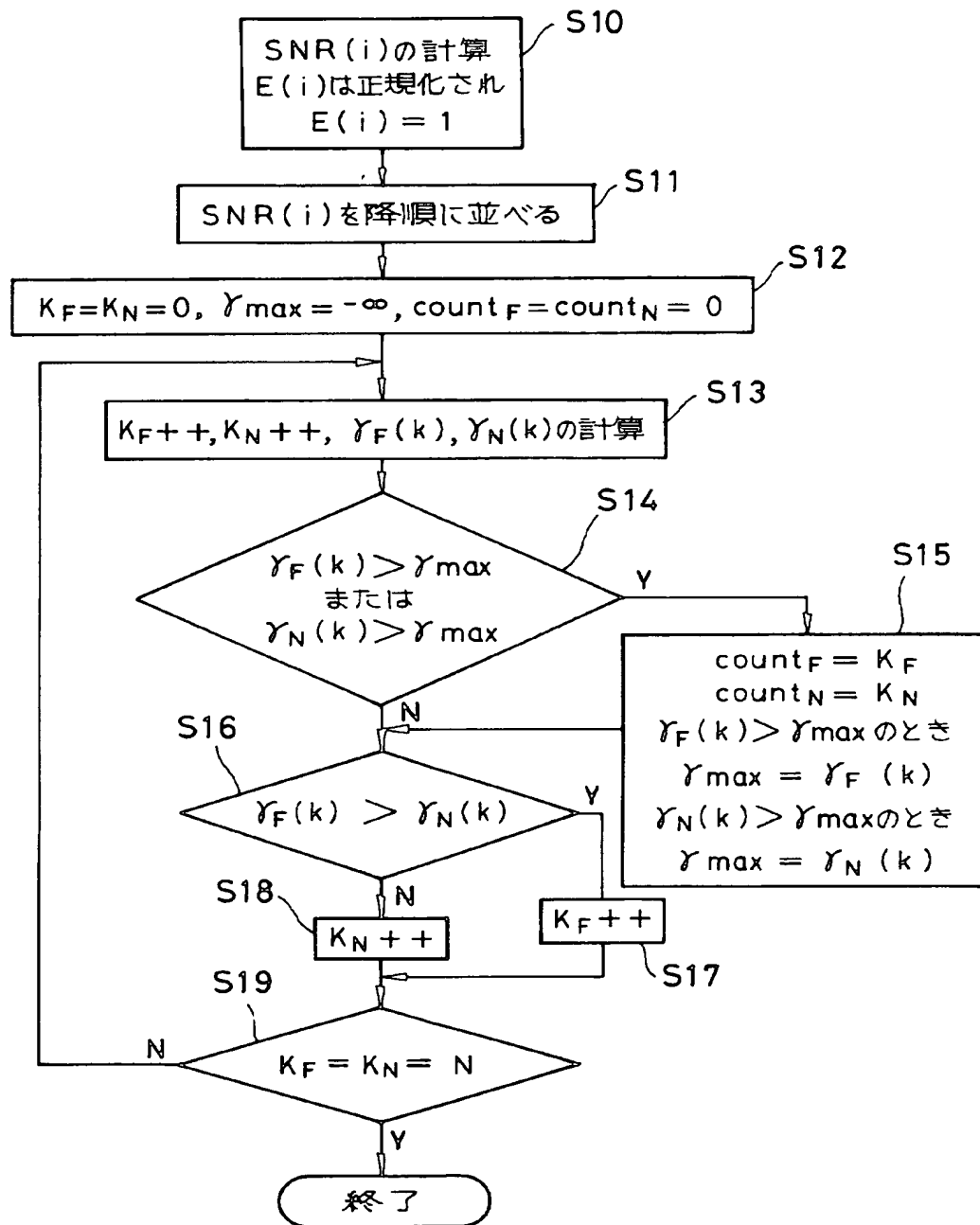
雑音周期が等間隔である場合のビット配分の一例



【図11】



【図10】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年11月29日（1999. 11. 29）

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【請求項1】 周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送システムであって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリア



の信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価手段と、前記複数種の信号対雑音比の組を、周期的に変化することのない同一時間の異なる周波数で評価された1つの信号対雑音比の組とし、この1つの信号対雑音比の組に応じて前記各キャリアのビット配分をなすビット配分手段とを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送システム。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項5

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項5】 周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送システムであって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価手段と、前記マルチキャリアの総送信電力に制限がある条件下において、前記複数種の信号対雑音比の組の各値に応じて、与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にするような前記各キャリアのビット配分をなすビット配分手段とを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送システム。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項15

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項15】 周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送方法であって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価ステップと、前記複数種の信号対雑音比の組を、周期的に変化することのない同一時間の異なる周波数で評価された1つの信号対雑音比の組とし、この1つの信号対雑音比の組に応じて前記各キャリアのビット配分をなすビット配分ステップとを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送方法。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項19

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項19】 周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送方法であって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリア

々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価ステップと、前記マルチキャリアの総送信電力に制限がある条件下において、前記複数種の信号対雑音比の組の各値に応じて、与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にするような前記各キャリアのビット配分をなすビット配分ステップとを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送方法。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】ところが、このデュアルビットマップ方式では伝送線路のSNR値が複数存在するため、上位層から与えられたビットレート（伝送速度）から従来の方法でビット配分を行うことはできない。即ち、測定したSNR値に基づいて各キャリアが最大なパフォーマンスマージンを持つように、与えられたビットレートを2種類の伝送速度に分配し、更にビット数を各キャリアに分配する必要がある。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送システムであって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価手段と、前記複数種の信号対雑音比の組を、周期的に変化することのない同一時間の異なる周波数で評価された1つの信号対雑音比の組とし、この1つの信号対雑音比の組に応じて前記各キャリアのビット配分をなすビット配分手段とを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送システムが得られる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正内容】

【0016】本発明によれば、周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送システムであって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリア

アの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価手段と、前記マルチキャリアの総送信電力に制限がある条件下において、前記複数種の信号対雑音比の組の各値に応じて、与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にするような前記各キャリアのビット配分をなすビット配分手段とを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送システムが得られる。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正内容】

【0019】本発明によれば、周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送方法であって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価ステップと、前記複数種の信号対雑音比の組を、周期的に変化することのない同一時間の異なる周波数で評価された1つの信号対雑音

比の組とし、この1つの信号対雑音比の組に応じて前記各キャリアのビット配分をなすビット配分ステップとを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送方法が得られる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正内容】

【0021】本発明によれば、周期的に変化する複数種の雑音環境下において第一及び第二の通信局相互間でマルチキャリア伝送方式によるデータ伝送を行うようにしたマルチキャリア伝送方法であって、前記複数種の各雑音環境下に夫々対応した異なる時間でマルチキャリアの各キャリアの信号対雑音比を評価して複数種の信号対雑音比の組を得る信号対雑音比評価ステップと、前記マルチキャリアの総送信電力に制限がある条件下において、前記複数種の信号対雑音比の組の各値に応じて、与えられた伝送速度を実現し、パフォーマンスマージンを最大にするような前記各キャリアのビット配分をなすビット配分ステップとを含むことを特徴とするマルチキャリア伝送方法が得られる。